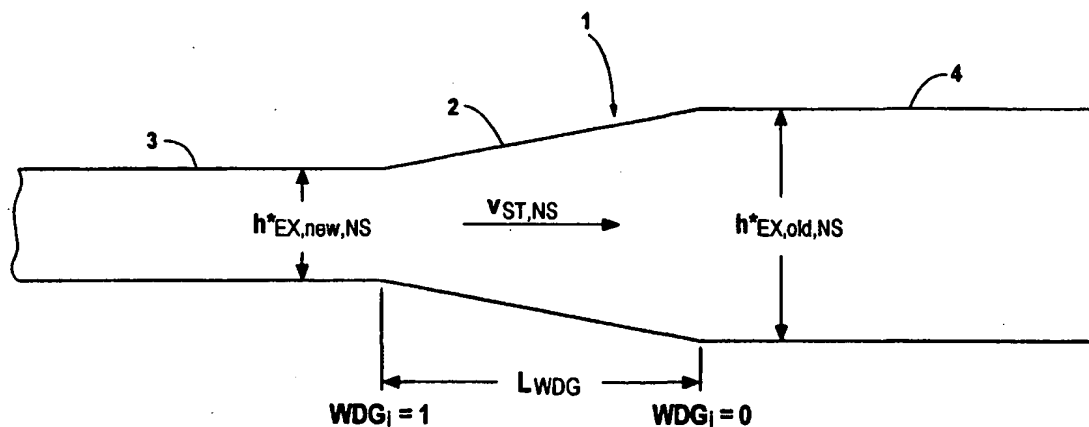


(51) Internationale Patentklassifikation ⁶ : B21B 37/26	A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 99/24183 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 20. Mai 1999 (20.05.99)
<p>(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE98/03131</p> <p>(22) Internationales Anmeldedatum: 26. Oktober 1998 (26.10.98)</p> <p>(30) Prioritätsdaten: 197 49 424.2 7. November 1997 (07.11.97) DE</p> <p>(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, D-80333 München (DE).</p> <p>(72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): TAUTZ, Wilfried [DE/DE]; Rotkreuzstrasse 28 c, D-91301 Forchheim (DE). JON-SCHER, Ralph [DE/DE]; Falkenstrasse 22, D-91056 Erlangen (DE).</p> <p>(74) Gemeinsamer Vertreter: SIEMENS AG; Postfach 22 16 34, D-80506 München (DE).</p>	<p>(81) Bestimmungsstaaten: CN, KR, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).</p> <p>Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht. Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist; Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</i></p>	

(54) Title: PROCESS AND DEVICE FOR ROLLING A ROLLED STRIP WITH A VARIABLE THICKNESS

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND EINRICHTUNG ZUM WALZEN EINES WALZBANDES MIT VARIIERENDER DICKE



(57) Abstract

A process is disclosed for rolling a metal strip (1) in a rolling mill train with at least two roll stands. The metal strip (1) has at least two partial regions (3, 4) of different thicknesses interconnected by a wedge-shaped or approximately wedge-shaped transition piece (2). The rolling speed of a roll stand when rolling the wedge-shaped or approximately wedge-shaped transition piece (2) is adjusted depending on the peripheral precession ($K_{SL,i}$) of the roll stand.

(57) Zusammenfassung

Verfahren zum Walzen eines Metallbandes (1) in einer Walzstraße, wobei die Walzstraße zumindest zwei Walzgerüste aufweist, wobei das Metallband (1) zumindest zwei Teilbereiche (3, 4) unterschiedlicher Dicke aufweist, die über ein keilförmiges oder näherungsweise keilförmiges Übergangsstück (2) miteinander verbunden sind, und wobei die Walzgeschwindigkeit eines Walzgerüsts beim Walzen des keilförmigen oder näherungsweise keilförmigen Übergangsstückes (2) in Abhängigkeit der Voreilung ($K_{SL,i}$) des Walzgerüsts eingestellt wird.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidshan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland			TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	ML	Mali	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MN	Mongolei	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MR	Mauretanien	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MW	Malawi	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	MX	Mexiko		
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CG	Kongo	KE	Kenia	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CM	Kamerun			PL	Polen		
CN	China	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CU	Kuba	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CZ	Tschechische Republik	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
DE	Deutschland	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DK	Dänemark	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
EE	Estland	LR	Liberia	SG	Singapur		

Beschreibung

Verfahren und Einrichtung zum Walzen eines Walzbandes mit variierender Dicke

5

Die Erfindung betrifft ein Verfahren bzw. eine Einrichtung zum Walzen eines Walzbandes mit variierender Dicke.

10 Beim kontinuierlichen Walzen kommt es zu Dickensprüngen größer als 20 %, die hohe Anforderungen an die Einstellung der Walzstraße richten. Aufgrund der Temperatur des Walzbandes beim Warmwalzen gibt es nur geringen Spielraum zwischen Schlaufe und Einschnürung. Dies gilt um so mehr, wenn es zu Dickensprüngen von 50 % und mehr kommt.

15

Beim kontinuierlichen Walzen ist es also wünschenswert, zwischen zwei Bändern die Walzanlage möglichst schnell auf einen neuen Stichplan umzustellen. Um in den genannten oder ähnlichen Walzsituationen schnelle Stichplanumstellungen während
20 des Walzbetriebs durchführen zu können, kann eine sogenannte Keilsteuerung - sowohl beim Warmwalzen als auch beim Kaltwalzen - eingesetzt werden. Bei der Stichplanumstellung ändert sich die Fertigbanddicke linear über der Bandlänge. Auf diese Weise wird in das Band ein Keil gewalzt, der den Übergang vom
25 alten zum neuen Stichplan darstellt. Einen solchen Keil zeigt FIG 1. Dieser Keil befindet sich an einer festgelegten Stelle des Bandes und hat die vorgegebene Länge L_{WDG} . Er verläuft im wesentlichen linear mit leicht abgerundeten Knicken. Das Bandstück im Bereich des Keils stellt Ausschuß dar und kann
30 später herausgeschnitten werden. Daher wird eine möglichst kleine Länge des Keils, d.h. eine schnelle Stichplanumstellung, angestrebt.

35 Zu vergleichbaren Problemen kommt es, wenn Walzbänder bereits beim Warmwalzen auf ihre Enddicke gebracht werden, die sonst erst beim Kaltwalzen erreicht wird, so daß der gesamte Kaltwalzprozeß entfällt. Bei dieser Betriebsweise sind in den

einzelnen Walzgerüsten relativ hohe Stichabnahmen nötig. Da es im allgemeinen nicht möglich ist, bereits den Bandkopf mit solch hohen Stichabnahmen anzuwalzen, wird zunächst ein Stichplan mit geringeren Abnahmen eingestellt. Sobald das
5 Band den Haspel erreicht hat und aufgewickelt wird, erfolgt während des Walzbetriebs eine Umstellung auf einen neuen Stichplan mit höheren Abnahmen und kleinerer Fertigbanddicke.

Entsprechend ist es Aufgabe der Erfindung, das Walzen von
10 Ausschluß bei Dickenumstellung in einem Walzband zu vermeiden bzw. zu verringern.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Verfahren gemäß Anspruch 1 bzw. eine Einrichtung zum Walzen eines Metallband
15 (1)es in einer Walzstraße gemäß Anspruch 8 gelöst, wobei die Walzstraße zumindest zwei Walzgerüste aufweist. Das Metallband (1) weist dabei zumindest zwei Teilbereiche unterschiedlicher Dicke auf, die über ein keilförmiges oder näherungsweise keilförmiges Übergangsstück (2) miteinander verbunden
20 sind, wobei die Walzgeschwindigkeit eines Walzgerüstes beim Walzen des keilförmigen oder näherungsweise keilförmigen Übergangsstück (2)es in Abhängigkeit der Voreilung des Walzgerüstes eingestellt wird, d.h. u.a. in Abhängigkeit der Voreilung des Walzgerüstes eingestellt wird.

25 In vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung wird die Walzgeschwindigkeit des Walzgerüstes beim Walzen des keilförmigen oder näherungsweise keilförmigen Übergangsstück (2)es in Abhängigkeit der Geschwindigkeit des aus dem Walzgerüst auslaufenden Metallband (1)es eingestellt.
30

In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung wird die Walzgeschwindigkeit des Walzgerüstes beim Walzen des keilförmigen oder näherungsweise keilförmigen Übergangsstück
35 (2)es in Abhängigkeit der Länge des keilförmigen oder näherungsweise keilförmigen Übergangsstück (2)es, der Dicke des Metallband (1)es beim Auslaufen aus dem Walzgerüst und der

Dicke des Metallband (1)es beim Auslaufen aus dem letzten Walzgerüst der Walzstraße eingestellt.

- 5 In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung wird die Walzgeschwindigkeit des Walzgerüsts beim Walzen des keilförmigen oder näherungsweise keilförmigen Übergangsstück (2)es in Abhängigkeit der Dynamik von unterlagerten Regelungen zur Regelung des Walzgerüsts eingestellt.
- 10 In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung wird der Walzspalt des Walzgerüsts beim Walzen des keilförmigen oder näherungsweise keilförmigen Übergangsstück (2)es in Abhängigkeit der Geschwindigkeit des aus dem Walzgerüst auslaufenden Metallband (1)es eingestellt.
- 15 In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung wird der Walzspalt des Walzgerüsts beim Walzen des keilförmigen oder näherungsweise keilförmigen Übergangsstück (2)es in Abhängigkeit der Länge des keilförmigen oder näherungsweise
- 20 keilförmigen Übergangsstück (2)es, der Dicke des Metallband (1)es beim Auslaufen aus dem Walzgerüst und der Dicke des Metallband (1)es beim Auslaufen aus dem letzten Walzgerüst der Walzstraße eingestellt.
- 25 In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung wird der Walzspalt beim Walzen des keilförmigen oder näherungsweise keilförmigen Übergangsstück (2)es in Abhängigkeit der Dynamik von unterlagerten Regelungen zur Regelung des Walzgerüsts eingestellt.
- 30 Weitere Vorteile und Einzelheiten ergeben sich aus nachfolgender Beschreibung von Ausführungsbeispielen. Im einzelnen zeigen:
- 35 FIG 1 ein Metallband (1) variabler Dicke,
FIG 2 eine Schaltung zum Erzeugen von Steuersignalen,

- FIG 3 eine Schaltung zum Erzeugen von Steuersignalen für eine fünfgerüstige Walzstraße,
FIG 4 die Steuersignale gemäß der Schaltung aus FIG 3,
FIG 5 eine Schaltung zur Erzeugung eines Zusatzsollwertes für den Walzspalt,
5 FIG 6 ein Drehzahlkorrekturblock,
FIG 7 eine Drehzahlkorrekturereinrichtung für eine fünfgerüstige Walzstraße,
FIG 8 die Integration eines Ausführungsbeispiels der Erfindung in einer Automatisierungseinrichtung für eine Walzstraße.
10

FIG 1 zeigt ein Metallband (1) 1 variabler Dicke als Ergebnis einer Stichplanumstellung während des Walzens. Bei Auslauf aus dem letzten Gerüst der Walzstraße weist das Metallband (1) 1 einen Bereich 4 mit der Dicke $h_{EX,old,NS}$ auf, die der Solldicke gemäß dem alten Stichplan entspricht sowie einen Bereich 3 der Dicke $h_{EX,new,NS}$, der der Sollauslaufdicke gemäß dem neuen Stichplan entspricht. Zwischen den beiden Bereichen 3 und 4 weist das Metallband (1) 1 ein keilförmiges Zwischenstück 2 der Länge L_{WDG} auf. Ferner sind die Steuersignale WDG_i , die mit einer Schaltung gemäß FIG 2 erzeugt werden, angegeben. $V_{ST,NS}$ bezeichnet die Geschwindigkeit des Metallband (1)es 1 bei Auslauf aus dem letzten Gerüst der Walzstraße.
20

25 Bei der Stichplanumstellung ändern sich im allgemeinen die Abnahmen und Auslaufdicken aller Walzgerüste. Daher werden in beispielhafter Ausgestaltung der Erfindung alle Walzgerüste zeitrichtig vom alten auf den neuen Stichplan umgestellt.
30 Dies erfolgt in beispielhafter Ausgestaltung der Erfindung mittels normierter Steuersignale WDG_i , die den einzelnen Walzgerüsten zugeordnet sind, wobei der Index i das Walzgerüst bezeichnet. Die Steuersignale WDG_i durchlaufen kontinuierlich die Werte von 0 bis 1, während das für den Keil vorgesehene Bandstück das jeweilige Gerüst passiert. Das Steuersignal WDG_i ergibt sich für jedes Walzgerüst, indem das Integral der aktuellen Bandgeschwindigkeit $v_{ST,i}$ durch die Länge
35

5

des Keils L_{WDG} dividiert wird. Die Länge L_{WDG} des Keils für das jeweilige Gerüst wird mit den Auslaufsolldicken $h^*_{EX,old,i}$ und $h^*_{EX,old,NS}$ des alten Stichplanes umgerechnet:

$$WDG_i = \frac{h^*_{EX,old,i}}{h^*_{EX,old,NS} \cdot L_{WDG}} \int v_{ST,i} dt, \quad (1)$$

5 Dabei bezeichnet der Index NS das letzte Walzgerüst. Diese Berechnung wird gestartet, wenn das Startsignal $WDG_{START,i}$ (vgl. FIG 2) von 0 nach 1 wechselt. Sie wird beendet, sobald $WDG_i = 1$ erreicht ist, d.h., sobald $WDG_{REST,i}$ aus FIG 2 nicht mehr > 0 ist. Zusätzlich wird ein Aktivsignal

10 $WDG_{ACT,i} = 1$, wenn der Keil sich im Gerüst i befindet,

$$WDG_{ACT,i} = 0, \text{ sonst} \quad (3)$$

erzeugt, mit dem z.B. bestimmte Funktionen für das Gerüst i ein- oder ausgeschaltet werden können. Eine Schaltung mit
15 dieser Funktionalität zeigt FIG 2. Dabei bezeichnen Bezugszeichen 10 und 11 Dividierer, Bezugszeichen 12 einen Multiplizierer, Bezugszeichen 13 einen Integrator, Bezugszeichen 14 einen Summationspunkt und Bezugszeichen 15 ein UND-Glied.

20 Für eine beispielhafte Walzanlage mit 5 Walzgerüsten ist die Erzeugung der Steuersignale gemäß FIG 2 in FIG 3 dargestellt. Die Blöcke SIG GEN 1 bis SIG GEN 5 enthalten dabei jeweils eine Schaltung nach FIG 2. Für eine Walzanlage mit weniger oder mehr als 5 Walzgerüsten ist das Ausführungsbeispiel ge-
25 mäß FIG 3 entsprechend zu reduzieren oder zu erweitern.

Die Keilsteuerung wird durch einen Wechsel des Startsignals WDG_{START} von 0 nach 1 gestartet (FIG 4). Dieses Startsignal WDG_{START} ist identisch mit dem Startsignal $WDG_{START,1}$ für das er-
30 ste Gerüst. Um die nachfolgenden Gerüste zeitrichtig ansteuern zu können, wird das Band von Gerüst zu Gerüst verfolgt. So ergeben sich die Startsignale $WDG_{START,2} \dots WDG_{START,5}$ für das zweite, das dritte, das vierte und das fünfte Gerüst durch Totzeitglieder 20, 21, 22, 23, deren Totzeiten von den aktu-
35 ellen Bandgeschwindigkeiten $v_{ST,1}$, $v_{ST,2}$, $v_{ST,3}$, $v_{ST,4}$ und den

6

Bandlängen $L_{1,2}$, $L_{2,3}$, $L_{3,4}$, $L_{4,5}$ zwischen den Gerüsten mittels Totzeitberechner 24, 25, 26, 27 berechnet werden. Das Aktivsignal ist

$$\begin{aligned} \text{WDG}_{\text{ACT}} &= 1, & \text{wenn der Keil sich in der Walzan-} \\ & & \text{lage befindet,} \\ \text{WDG}_{\text{ACT}} &= 0, & \text{sonst.} \end{aligned} \quad (4)$$

Dieses Aktivsignal wechselt also von 0 auf 1, sobald das für den Keil vorgesehene Bandstück das erste Walzgerüst erreicht. Es wird wieder 0, wenn der Keil das letzte Walzgerüst verläßt. Entsprechend bezeichnen Bezugszeichen 28 ein ODER-Glied und Bezugszeichen 29 ein UND-Glied.

Die zeitlichen Verläufe der nach FIG 3 erzeugten Steuersignale sowie WDG_{ACT} zeigt FIG 4. Diese Darstellung geht von einer konstanten Geschwindigkeit des Fertigbandes aus. Da die Signale über der Zeit t aufgetragen sind, ergeben sich nacheinander für jedes Gerüst die gleichen Signalverläufe. Wie stark die Signale der einzelnen Gerüste sich überlappen, hängt von der Länge des Keils ab. Eine große Länge des Keils führt zu entsprechend großen Überlappungen, die sich auch über mehrere Gerüste erstrecken können.

Bei der Stichplanumstellung werden die Walzenanstellungen der Walzgerüste mit Hilfe der erzeugten Steuersignale geändert, so daß die Auslaufdicken der Gerüste die Werte des neuen Stichplanes annehmen. Dies erfolgt für jedes Gerüst mit einer Schaltung nach FIG 5.

Sobald das für den Keil vorgesehene Bandstück das Walzgerüst erreicht, wird der aktuelle Wert des Walzspaltes $s_{K,i}$, gesteuert durch das durch einen Negierer 40 negierte Startsignal $\text{WDG}_{\text{START},i}$, in einem Abtasthalteglied 41 gespeichert. Die Differenz zum Walzspalt-Sollwert $s_{K,\text{new},i}^*$ des neuen Stichplanes - erzeugt durch eine Summationsstelle 44 - wird mittels eines Multiplizierers 42 mit dem Steuersignal WDG_i multipliziert und durch ein PT_i -Glied 43 geglättet. Auf diese Weise wird

für den Walzspalt ein Zusatzsollwert $\Delta s^*_{K,WDG,i}$ berechnet, der zum momentanen Sollwert des Walzspaltes addiert wird.

- Bei der Stichplanumstellung ändern sich die Auslaufdicken der Walzgerüste und folglich auch die Einlaufdicken nachfolgender Walzgerüste. Zwischen den Auslaufsolldicken $h^*_{EX,new,i-1}$ und den Einlaufsolldicken $h^*_{EY,old,i}$ des alten Stichplanes und den Auslaufsolldicken $h^*_{EX,new,i-1}$ und den Einlaufsolldicken $h^*_{EY,new,i}$ des neuen Stichplanes gelten die Beziehungen
- 10
$$h^*_{EX,old,i-1} = h^*_{EY,old,i}, \quad h^*_{EX,new,i-1} = h^*_{EY,new,i} \quad (2)$$

Für das erste Gerüst sind mit

$$h^*_{EX,old,0} = h^*_{EY,old,1}, \quad h^*_{EX,new,0} = h^*_{EY,new,1} \quad (3)$$

die Solldicken vor dem ersten Walzgerüst gemeint.

- 15 Sobald das für den Keil vorgesehene Bandstück das Walzgerüst i erreicht, ändert sich die Auslaufdicke des Gerüsts i wie folgt:

$$h_{EX,i} = h^*_{EX,old,i} + (h^*_{EX,new,i} - h^*_{EX,old,i}) \cdot WDG_i \quad (4)$$

- Es ändert sich gleichzeitig mit der Auslaufdicke auch die Einlaufdicke des Gerüsts i , und zwar nach folgender Gleichung:
- 20

$$h_{EY,i} = h^*_{EX,old,i-1} + (h^*_{EX,new,i-1} - h^*_{EX,old,i-1}) \cdot WDG_i \quad (5)$$

- Mit den Gleichungen (4) und (5) werden die Auslaufdicke und die Einlaufdicke des Gerüsts i als Funktion des Steuersignals WDG_i berechnet. Zu Beginn des Keils, d.h. bei $WDG_i = 0$, ist das Verhältnis $RT_{h,i}$ der Auslaufdicke zur Einlaufdicke am Gerüst i :
- 25

$$RT_{h,i}(WDG_i = 0) = \frac{h_{EX,i}(WDG_i = 0)}{h_{EY,i}(WDG_i = 0)} = \frac{h^*_{EX,old,i}}{h^*_{EX,old,i-1}} \quad (6)$$

- Während der Keil das Gerüst i durchläuft, ändert sich das Verhältnis der Auslaufdicke zur Einlaufdicke als Funktion des Steuersignals WDG_i gemäß der Gleichung
- 30

$$RT_{h,i}(WDG_i) = \frac{h_{EX,i}(WDG_i)}{h_{EY,i}(WDG_i)} \quad (7)$$

wobei für $h_{EX,i}$ und $h_{EY,i}$ die Gleichungen (4) und (5) einzusetzen sind. Ausgehend von einer konstanten Auslaufgeschwindigkeit des Bandes und unter Berücksichtigung des Massenflußprinzips, wird, basierend auf den Gleichungen (6) und (7),
 5 nach Einsetzen von (4) und (5) ein Faktor $fv_{h,i}$ für die Einlaufgeschwindigkeit des Walzbandes am Walzgerüst i gebildet:

$$fv_{h,i} = \frac{RT_{h,i}(WDG_i)}{RT_{h,i}(WDG_i = 0)} = \frac{1 + \left(\frac{h_{EX,new,i}^*}{h_{EX,old,i}^*} - 1 \right) \cdot WDG_i}{1 + \left(\frac{h_{EX,new,i-1}^*}{h_{EX,old,i-1}^*} - 1 \right) \cdot WDG_i} \quad (8)$$

Am Gerüst i führen so die Banddickenänderungen zu einer Geschwindigkeitsänderung des einlaufenden Bandes. Um diesen Effekt zu berücksichtigen, werden die Geschwindigkeiten des gesamten vor dem Gerüst i liegenden Bereichs der Walzanlage mit dem Faktor $fv_{h,i}$ nach Gleichung (8) vorgesteuert.

Bei der Stichplanumstellung ändern sich außer den Einlaufdicken und Auslaufdicken der Walzgerüste auch die Voreilungen.
 15 Die Voreilung $k_{SL,i}$ ist dabei definiert als

$$k_{SL,i} = \frac{v_{ST}}{v_{walz,i}} - 1 \quad (9)$$

wobei $v_{ST,i}$ die Geschwindigkeit des aus dem Walzgerüst i auslaufenden Metallband (1)es und $v_{walz,i}$ die Umfangsgeschwindigkeit der Arbeitswalzen des Walzgerüsts ist. Für jedes Walzgerüst ist entsprechend vorteilhafterweise ein Block FAC CALC i nach FIG 6 vorgesehen. Diesem Block werden jeweils die Einlaufsolldicke $h_{EX,old,i-1}^*$ und $h_{EX,new,i-1}^*$, die Auslaufsolldicke $h_{EX,old,i}^*$ und $h_{EX,new,i}^*$ und die Voreilung $k_{SL,old,i}$ bzw. $k_{SL,new,i}$ des
 25 Walzbandes gemäß altem bzw. neuem Stichplan zugeführt. Weitere Eingangsgrößen des Blockes sind das Steuersignal WDG_i und vorteilhafterweise ein Adaptionparameter $AD_{SL,i}$. Im Block FAC CALC i ist Gleichung (8) sowie die Gleichung

$$fv_{SL,i} = \frac{1 + k_{SL,old,i}}{1 + k_{SL,i}} \quad (10)$$

implementiert, um einen Faktor $fv_{SL,i}$ zu berechnen. Dabei ist $k_{SL,i}$ die aktuelle Voreilung, während der Keil das Gerüst i durchläuft. Sie ändert sich von $k_{SL,old,i}$ nach $k_{SL,new,i}$.

- 5 Für eine Walzstraße mit 5 Walzgerüsten ist eine Steuerung der Geschwindigkeiten gemäß FIG 6 beispielhaft in FIG 7 dargestellt. Die Blöcke FAC CALC 1 bis FAC CALC 5 sind die Blöcke FAC CALC i gemäß FIG 6. Die Eingangsgrößen 60, 61, 62, 63, 64 in die Blöcke FAC CALC 1, FAC CALC 2, FAC CALC 3, FAC CALC 4, 10 FAC CALC 5 entsprechen den Eingangsgrößen in den Block FAC CALC i in FIG 6. Für eine Walzstraße mit weniger oder mehr als 5 Walzgerüsten ist FIG 7 entsprechend zu reduzieren oder zu erweitern. Für jedes Walzgerüst werden die Faktoren $fv_{h,i}$ und $fv_{SL,i}$ zur Steuerung der Geschwindigkeiten berechnet, 15 miteinander durch Verknüpfungsblöcke 50, 51, 52, 53 verknüpft und durch PT_1 -Glieder 54, 55, 56, 57, 58, 59 geglättet. Auf diese Weise ergeben sich die Faktoren $fv_0 \dots fv_5$. Mit fv_0 werden die Geschwindigkeiten vor dem ersten Gerüst vorgesteuert. Mit $fv_1 \dots fv_5$ werden die Walzengeschwindigkeiten der Gerüste 20 1 ... 5 vorgesteuert. Zur Vorsteuerung wird jeweils der momentane Sollwert der Geschwindigkeit mit dem zugehörigen Faktor fv_i multipliziert.

- Mit der erfindungsgemäßen Keilsteuerung können in Walzanlagen 25 schnelle Stichplanumstellungen während des Walzbetriebs durchgeführt werden, und zwar sowohl beim Warmwalzen als auch beim Kaltwalzen. Die Keilsteuerung ist in beispielhafter Ausgestaltung der Erfindung so ausgelegt, daß sich hinter der Walzanlage eine konstante Auslaufgeschwindigkeit des Bandes 30 ergibt. Wenn beim Übergang vom alten zum neuen Stichplan die Fertigbanddicke kleiner wird, so verringert sich entsprechend die Bandgeschwindigkeit am Eingang der Walzanlage. Wird dagegen eine Stichplanumstellung gewünscht, bei der sich die Auslaufgeschwindigkeit des Bandes erhöht, so kann gleichzeitig 35 ein speed-up, d.h. eine Geschwindigkeitserhöhung, der gesamten Walzanlage erfolgen. Dann überlagern sich die Geschwindigkeitsänderungen der Keilsteuerung und des speed-up.

FIG 8 zeigt die Einbettung eines vorteilhaften Ausführungsbeispiels der Erfindung in einem Automatisierungssystem einer Walzstraße. Dabei bezeichnet Bezugszeichen 72 eine Keilsteuerung, die eine beispielhafte Ausgestaltung der Erfindung darstellt. Bezugszeichen 73 bezeichnet eine Walzstraße mit unterlegter Regelung. Bezugszeichen 71 bezeichnet ein Automatisierungssystem für die Walzanlage 73. Dieses Automatisierungssystem 71 gibt der Walzstraße 73 bzw. ihrer unterlegten Regelung Sollwerte v_i bzw. s_i für die Geschwindigkeit bzw. für den Walzspalt der Walzgerüste vor. Dazu erhält es optional Informationen über den Status des Walzvorgangs aus der Walzstraße 73. Dieser Informationsfluß ist in FIG 8 nicht dargestellt. Ferner erhält das Automatisierungssystem 71 Vorgaben 74 von einem übergeordneten System 70. Zur Korrektur der vom Automatisierungssystem 71 ermittelten eigentlichen Sollwerte für Geschwindigkeit und Walzspalt ermittelt die Keilsteuerung 72 die Korrekturwerte fv_i und $\Delta s_{K, WDG, i}$. Dazu erhält die Keilsteuerung 72 von dem Automatisierungssystem 71 die Parameter PAR. Diese entsprechen den Eingangsgrößen in den Schaltungen gemäß FIG 2, FIG 3, FIG 5 und FIG 6, mit Ausnahme des Steuerungssignals WDG_i .

Die Abkürzungen in den Figuren 1 bis 8 bezeichnen im einzelnen:

25

$AD_{SL, i}$	Adaptionsparameter für das Walzgerüst i
fv_0	Faktor für die Geschwindigkeiten vor dem ersten Walzgerüst
$fv_{h, i}$	Faktor der Einlaufgeschwindigkeit des Walzgerüsts i aufgrund von Banddickenänderungen
fv_i	Faktor für die Walzengeschwindigkeit des Walzgerüsts i
$fv_{SL, i}$	Faktor der Walzengeschwindigkeit des Walzgerüsts i aufgrund von Voreilungsänderungen
$h_{EX, i}$	Auslaufdicke des Walzgerüsts i
$h_{EY, i}$	Einlaufdicke des Walzgerüsts i

35

11

	$h^*_{EX,new,0}$	Solldicke vor dem ersten Walzgerüst gemäß neuem Stichplan
	$h^*_{EX,new,i}$	Auslaufsolldicke des Walzgerüsts i gemäß neuem Stichplan
5	$h^*_{EX,old,0}$	Solldicke vor dem ersten Walzgerüst gemäß altem Stichplan
	$h^*_{EX,old,i}$	Auslaufsolldicke des Walzgerüsts i gemäß altem Stichplan
10	$h^*_{EY,new,i}$	Einlaufsolldicke des Walzgerüsts i gemäß neuem Stichplan
	$h^*_{EY,old,i}$	Einlaufsolldicke des Walzgerüsts i gemäß altem Stichplan
	$k_{SL,i}$	Voreilung im Walzgerüst i
15	$k_{SL,new,i}$	Voreilung im Walzgerüst i gemäß neuem Stichplan
	$k_{SL,old,i}$	Voreilung im Walzgerüst i gemäß altem Stichplan
	$L_{i,i+1}$	Länge des Bandes zwischen den Walzgerüsten i und $i+1$
20	L_{WDG}	Länge des Keils im Fertigband
	NS	Zahl der Walzgerüste
	PAR	Parameter
	$RT_{h,i}$	Verhältnis der Auslaufdicke zur Einlaufdicke des Walzgerüsts i
25	s^*_i	Anstellungssollwert des Walzgerüsts i
	$s_{K,i}$	Anstellung des Walzgerüsts i
	$s^*_{K,new,i}$	Anstellungssollwert des Walzgerüsts i gemäß neuem Stichplan
30	$\Delta s^*_{K,WDG,i}$	Zusatzsollwert für die Anstellung des Walzgerüsts i
	t	Zeit
	$T_{WDG,Er}$	Zeitkonstante der PT_1 -Glieder für die Geschwindigkeitsfaktoren
35	$T_{WDG,sK}$	Zeitkonstante der PT_1 -Glieder für die Zusatzsollwerte der Anstellungen

12

- v^*_i Sollgeschwindigkeit des Walzgerüsts i
 $v_{ST,i}$ Bandgeschwindigkeit hinter dem Walzgerüst i
 $v_{walz,i}$ Umfangsgeschwindigkeit der Arbeitswalzen des Walzgerüsts i
- 5 WDG_{ACT} Aktivsignal der Keilsteuerung insgesamt
(0 = inaktiv, 1 = aktiv)
- $WDG_{ACT,i}$ Aktivsignal für den Keil im Walzgerüst i
(0 = inaktiv, 1 = aktiv)
- WDG_i Steuersignal für das Walzgerüst i (0 ... 1)
- 10 $WDG_{REST,i}$ 1 - WDG_i für das Walzgerüst i (1 ... 0)
- WDG_{START} Startsignal für die Keilsteuerung
- $WDG_{START,i}$ Startsignal für den Keil im Walzgerüst i
- FAC CALC i Faktorberechnung für das Walzgerüst i
- SIG GEN i Signalgenerierung für das Walzgerüst i

15

Patentansprüche

1. Verfahren zum Walzen eines Metallband (1) es (1) in einer Walzstraße, wobei die Walzstraße zumindest zwei Walzgerüste aufweist, wobei das Metallband (1) zumindest zwei Teilbereiche (3, 4) unterschiedlicher Dicke aufweist, die über ein keilförmiges oder näherungsweise keilförmiges Übergangsstück (2) miteinander verbunden sind, und wobei die Walzgeschwindigkeit eines Walzgerüsts beim Walzen des keilförmigen oder näherungsweise keilförmigen Übergangsstückes (2) in Abhängigkeit der Voreilung ($K_{SL,i}$) des Walzgerüsts eingestellt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
daß die Walzgeschwindigkeit des Walzgerüsts beim Walzen des keilförmigen oder näherungsweise keilförmigen Übergangsstückes (2) in Abhängigkeit der Geschwindigkeit des aus dem Walzgerüst auslaufenden Metallbandes (1) eingestellt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
daß die Walzgeschwindigkeit des Walzgerüsts beim Walzen des keilförmigen oder näherungsweise keilförmigen Übergangsstückes (2) in Abhängigkeit der Länge des keilförmigen oder näherungsweise keilförmigen Übergangsstückes (2), der Dicke des Metallbandes (1) beim Auslaufen aus dem Walzgerüst und der Dicke des Metallbandes (1) beim Auslaufen aus dem letzten Walzgerüst der Walzstraße eingestellt wird.
4. Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
daß die Walzgeschwindigkeit des Walzgerüsts beim Walzen des keilförmigen oder näherungsweise keilförmigen Übergangsstückes (2) in Abhängigkeit der Dynamik von unterlagerten Regelungen zur Regelung des Walzgerüsts eingestellt wird.

5. Verfahren nach Anspruch 1, 2, 3 oder 4,
dadurch gekennzeichnet,
daß der Walzspalt des Walzgerüsts beim Walzen des keilförmigen oder näherungsweise keilförmigen Übergangsstückes (2) in
5 Abhängigkeit der Geschwindigkeit des aus dem Walzgerüst auslaufenden Metallbandes (1) eingestellt wird.

6. Verfahren nach Anspruch 1, 2, 3, 4 oder 5,
dadurch gekennzeichnet,
10 daß der Walzspalt des Walzgerüsts beim Walzen des keilförmigen oder näherungsweise keilförmigen Übergangsstückes (2) in Abhängigkeit der Länge des keilförmigen oder näherungsweise keilförmigen Übergangsstückes (2), der Dicke des Metallbandes
15 (1) beim Auslaufen aus dem Walzgerüst und der Dicke des Metallbandes (1) beim Auslaufen aus dem letzten Walzgerüst der Walzstraße eingestellt wird.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
20 daß der Walzspalt des Walzgerüsts beim Walzen des keilförmigen oder näherungsweise keilförmigen Übergangsstückes (2) in Abhängigkeit der Dynamik von unterlagerten Regelungen zur Regelung des Walzgerüsts eingestellt wird.

25 8. Einrichtung zum Walzen eines Metallbandes (1) in einer Walzstraße mit zumindest zwei Walzgerüsten gemäß einem Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Metallband (1) zumindest zwei Teilbereiche (3, 4) unterschiedlicher Dicke aufweist, die über ein keilförmiges oder näherungsweise keilförmiges Übergangsstück (2) miteinander verbunden sind,
30 dadurch gekennzeichnet,
daß die Einrichtung zum Walzen des Metallbandes (1) eine Faktorbezeichnung (FAC CALC i) zum Einstellen der Walzgeschwindigkeit eines Walzgerüsts beim Walzen des keilförmigen oder
35 näherungsweise keilförmigen Übergangsstückes (2) in Abhängigkeit der Voreilung ($K_{SL,i}$) des Walzgerüsts aufweist.

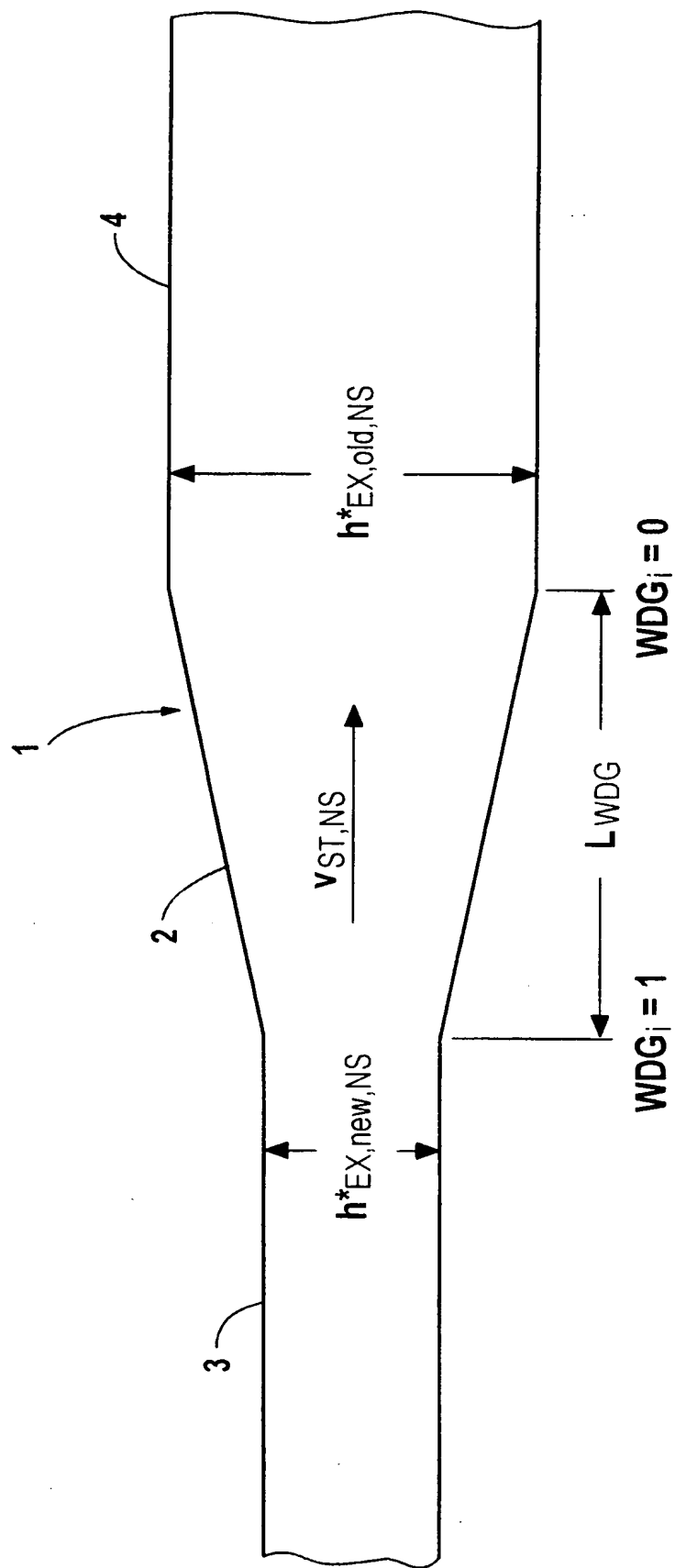


FIG 1

2/7

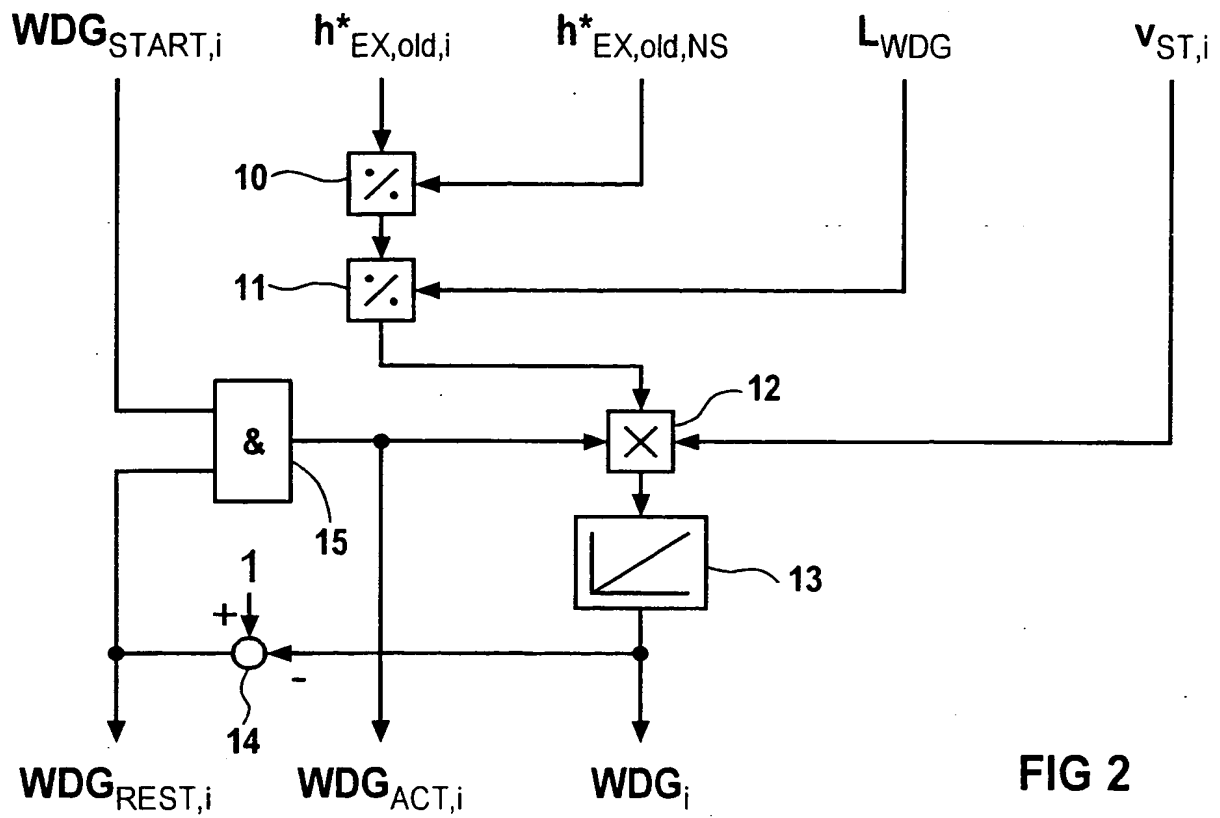


FIG 2

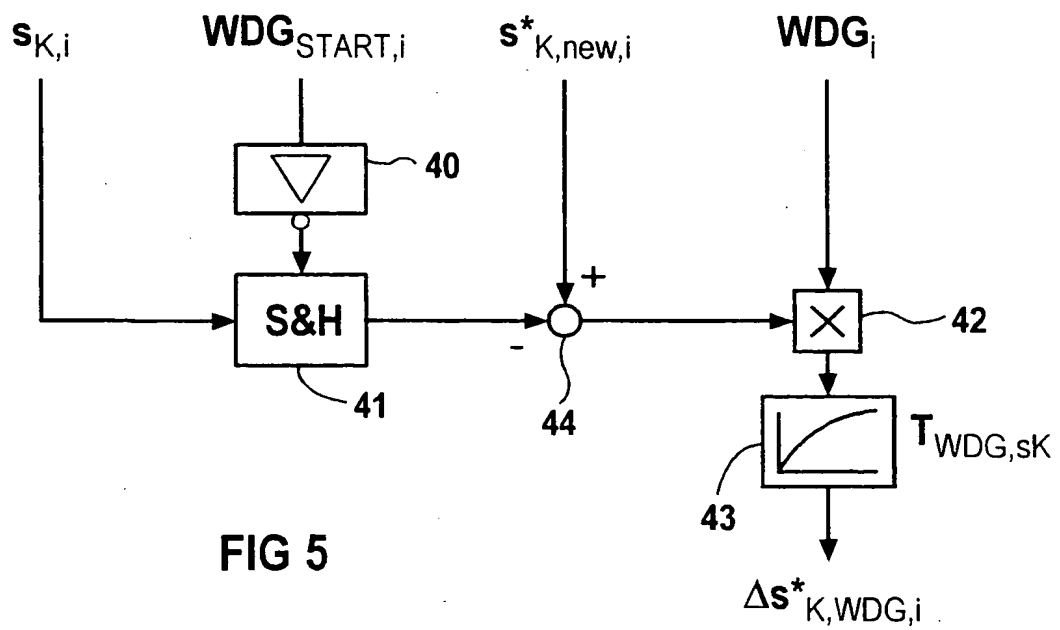


FIG 5

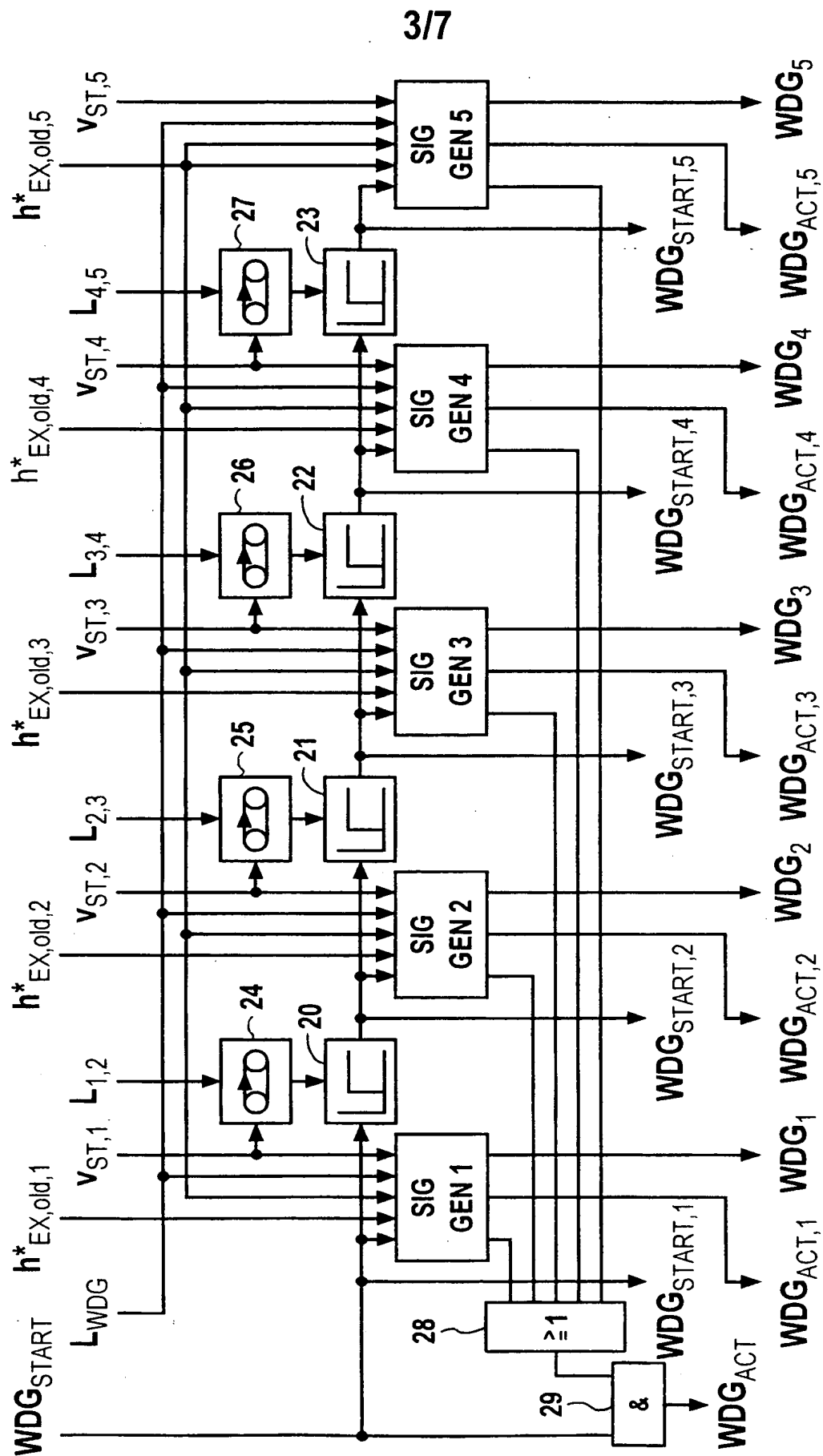


FIG 3

4/7

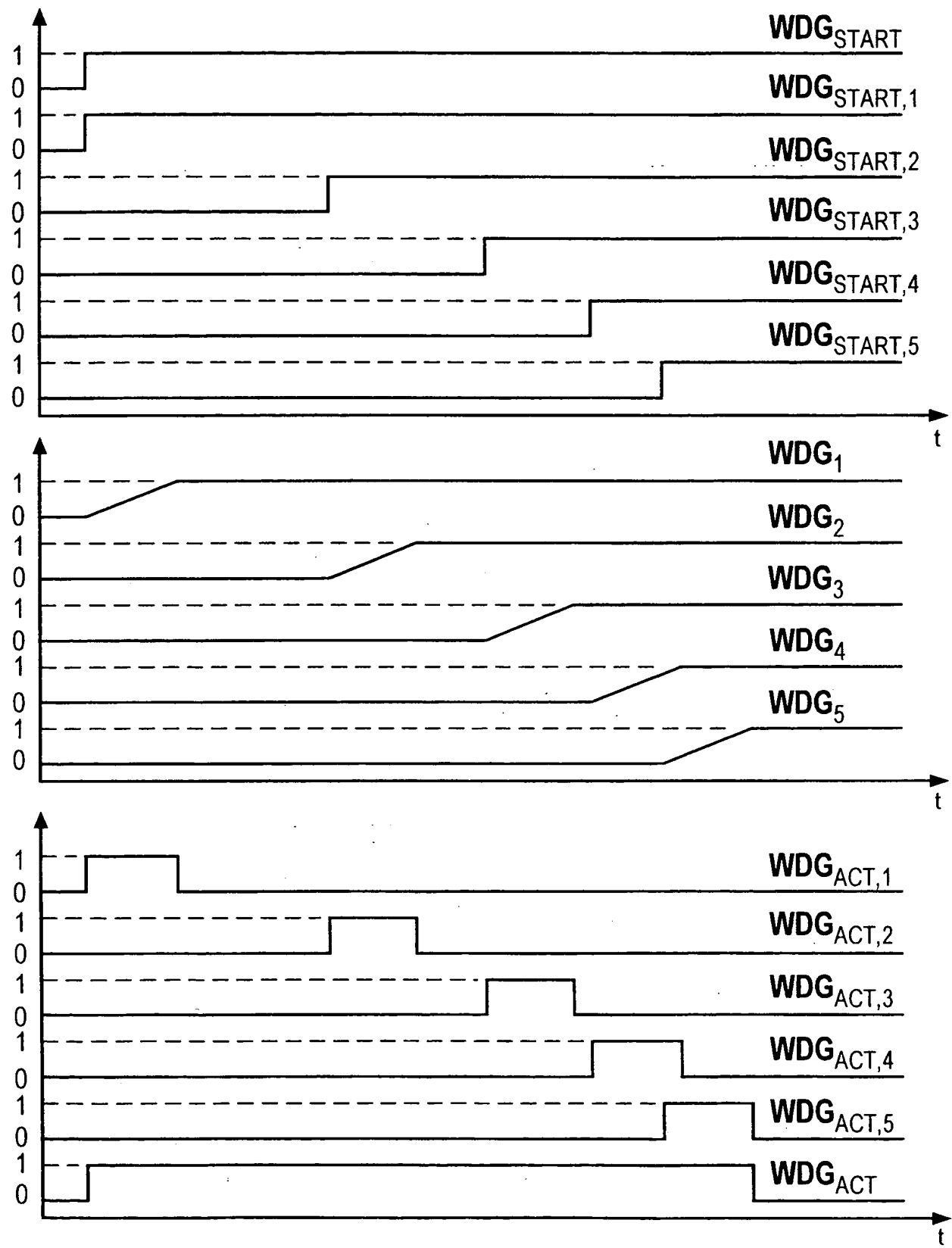


FIG 4

5/7

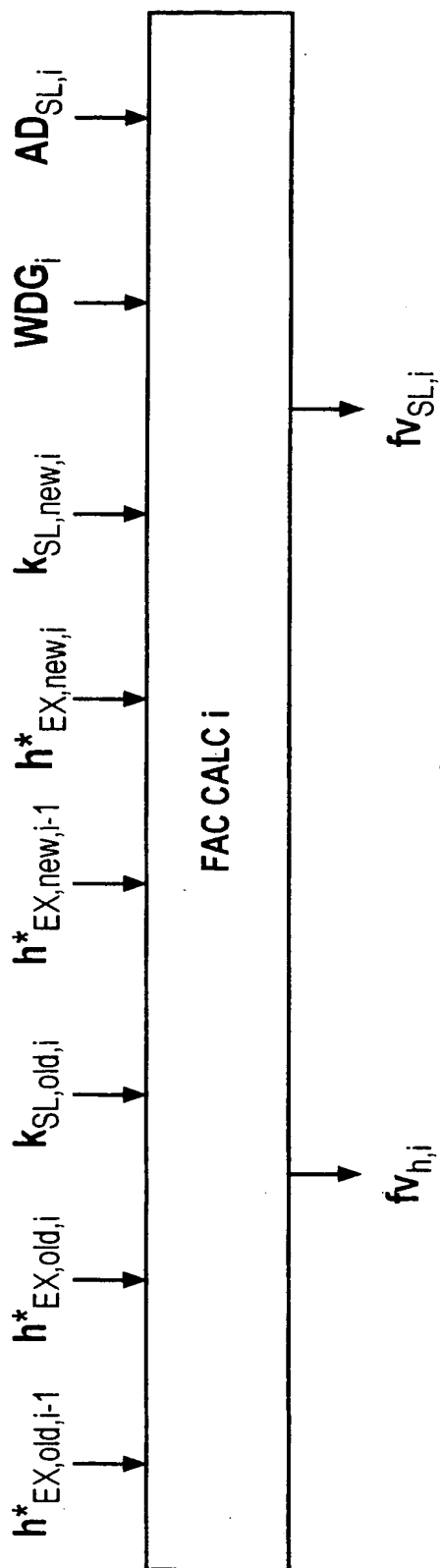


FIG 6

6/7

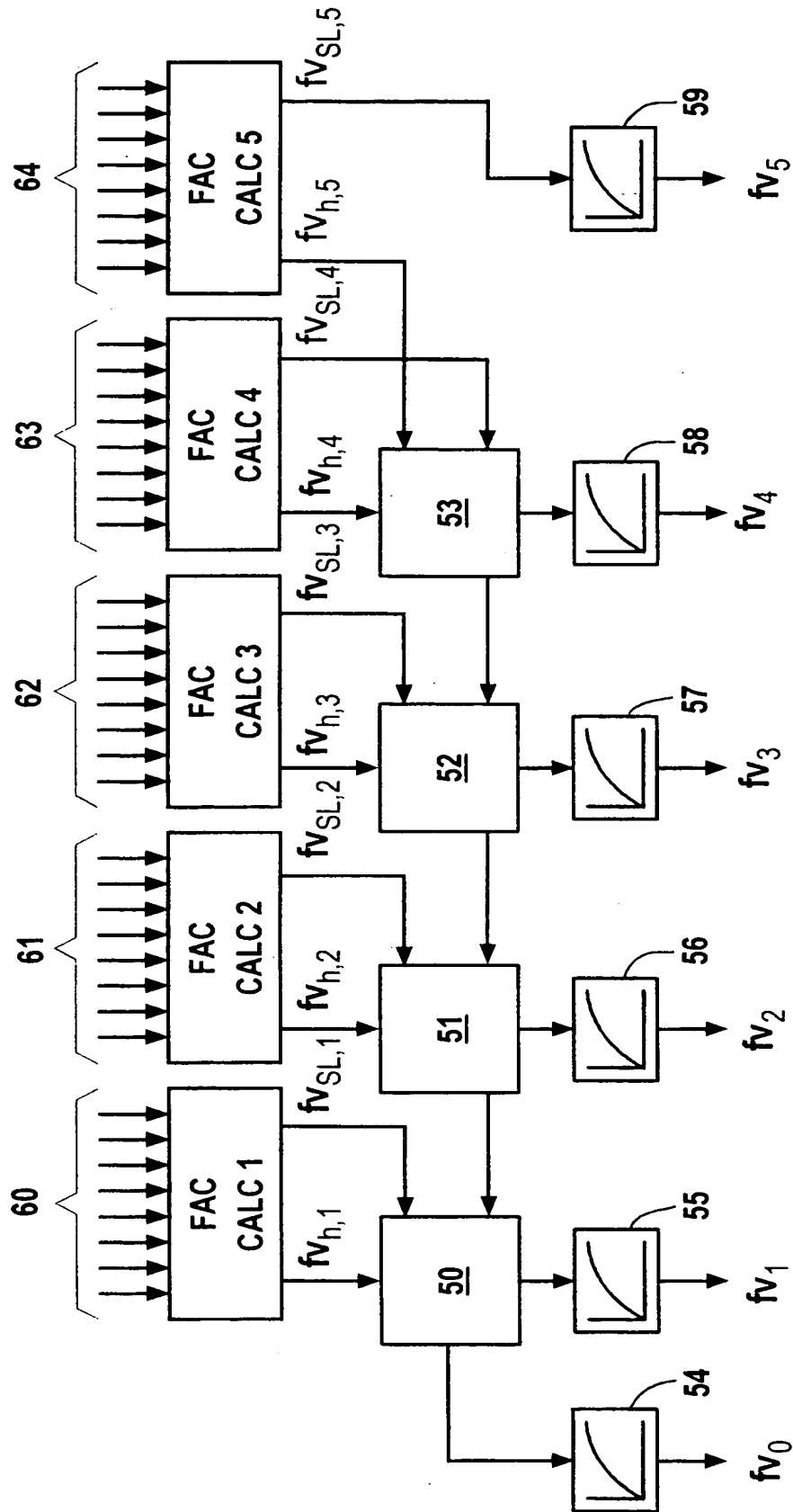


FIG 7

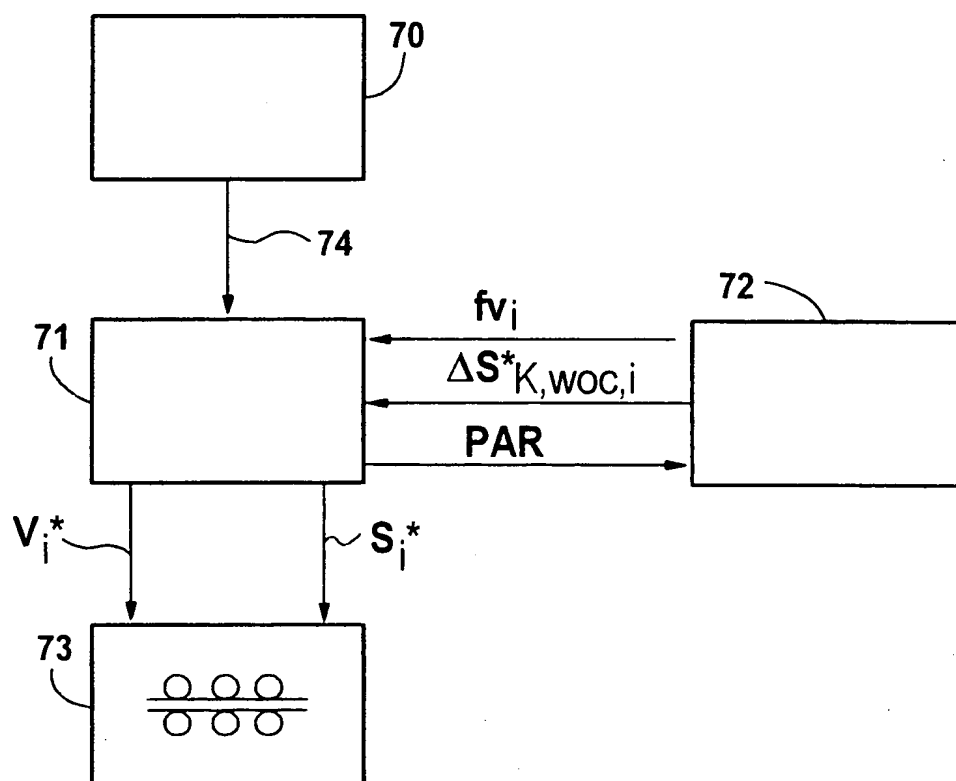


FIG 8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 98/03131

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 6 B21B37/26

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 6 B21B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	US 4 506 532 A (ANBE) 26 March 1985 see abstract; claims; figures see column 3, line 65 - column 4, line 14 see column 5, line 3 - line 31 see column 6, line 3 - line 14 ---	1,2,8 3-7
X A	EP 0 730 916 A (TOKYO SHIBAURA ELECTRIC CO) 11 September 1996 see page 6, line 1 - page 7, line 58; figures ---	1,2,8 3-7
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 005, no. 193 (M-101), 9 December 1981 -& JP 56 114513 A (NIPPON STEEL CORP;OTHERS: 01), 9 September 1981 see abstract --- -/--	1,8

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

*** Special categories of cited documents :**

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier document but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

15 March 1999

Date of mailing of the international search report

19/03/1999

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Plastiras, D

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 98/03131

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 097, no. 004, 30 April 1997 -& JP 08 332508 A (TOSHIBA CORP; KAWASAKI STEEL CORP), 17 December 1996 see abstract ---	1, 7, 8
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 009, no. 158 (M-393), 3 July 1985 -& JP 60 033809 A (KAWASAKI SEITETSU KK), 21 February 1985 see abstract ---	1, 8
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 009, no. 098 (M-375), 27 April 1985 -& JP 59 223109 A (TOSHIBA KK), 14 December 1984 see abstract ---	3
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 008, no. 216 (M-329), 3 October 1984 -& JP 59 101216 A (TOSHIBA KK), 11 June 1984 see abstract -----	6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 98/03131

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 4506532	A	26-03-1985	JP 1664461 C	19-05-1992
			JP 3011847 B	18-02-1991
			JP 58135711 A	12-08-1983
			DE 3303829 A	18-08-1983
<hr/>				
EP 0730916	A	11-09-1996	CN 1137949 A	18-12-1996
			JP 8300010 A	19-11-1996
<hr/>				

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 6 B21B37/26

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 6 B21B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X A	US 4 506 532 A (ANBE) 26. März 1985 siehe Zusammenfassung; Ansprüche; Abbildungen siehe Spalte 3, Zeile 65 - Spalte 4, Zeile 14 siehe Spalte 5, Zeile 3 - Zeile 31 siehe Spalte 6, Zeile 3 - Zeile 14 ---	1,2,8 3-7
X A	EP 0 730 916 A (TOKYO SHIBAURA ELECTRIC CO) 11. September 1996 siehe Seite 6, Zeile 1 - Seite 7, Zeile 58; Abbildungen --- -/-	1,2,8 3-7



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"Z" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

15. März 1999

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

19/03/1999

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl.
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Plastiras, D

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 005, no. 193 (M-101), 9. Dezember 1981 -& JP 56 114513 A (NIPPON STEEL CORP;OTHERS: 01), 9. September 1981 siehe Zusammenfassung ----	1,8
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 097, no. 004, 30. April 1997 -& JP 08 332508 A (TOSHIBA CORP;KAWASAKI STEEL CORP), 17. Dezember 1996 siehe Zusammenfassung ----	1,7,8
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 009, no. 158 (M-393), 3. Juli 1985 -& JP 60 033809 A (KAWASAKI SEITETSU KK), 21. Februar 1985 siehe Zusammenfassung ----	1,8
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 009, no. 098 (M-375), 27. April 1985 -& JP 59 223109 A (TOSHIBA KK), 14. Dezember 1984 siehe Zusammenfassung ----	3
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 008, no. 216 (M-329), 3. Oktober 1984 -& JP 59 101216 A (TOSHIBA KK), 11. Juni 1984 siehe Zusammenfassung -----	6

INTERNATIONALER RESEARCHBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 98/03131

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 4506532 A	26-03-1985	JP 1664461 C	19-05-1992
		JP 3011847 B	18-02-1991
		JP 58135711 A	12-08-1983
		DE 3303829 A	18-08-1983

EP 0730916 A	11-09-1996	CN 1137949 A	18-12-1996
		JP 8300010 A	19-11-1996

THIS PAGE BLANK (USPTO)